

Аверьянов Д.М.

Научный руководитель: доктор техн. наук, профессор Ромашов В.В.  
 Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
 602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23  
 e-mail: romashovamur@mail.ru

### Моделирование шумовых характеристик гибридных синтезаторов частот на основе ЦВС и системы ФАПЧ

Гибридные синтезаторы сочетают преимущества различных методов синтеза частот. Эти синтезаторы основаны на совместном использовании цифровых вычислительных синтезаторов (ЦВС) и систем с фазовой автоподстройкой частоты (ФАПЧ). ФАПЧ обеспечивает высокий уровень производительности и низкий уровень фазового шума и паразитных составляющих спектра, а ЦВС обеспечивает высокое разрешение по частоте и управление синтезатором.

Целью данной работы является моделирование шумовых характеристик гибридных синтезаторов частот на основе ЦВС и системы ФАПЧ

В соответствии с поставленной задачей в работе решаются следующие задачи:

- разработка обобщенной математической модели гибридных синтезаторов частоты;
- анализ частотных и временных характеристик гибридных синтезаторов частоты;

Для оценки шумовых ресурсов системы ИФАПЧ использовались математические модели спектральной плотности мощности фазового шума. Предполагалось, что при выборе соответствующих параметров импульсную систему ФАПЧ можно считать непрерывной [1], так как уровень шума намного меньше мощности полезного сигнала, а рассматриваемый шум не коррелирован с другим, их спектральная плотность мощности может быть суммирована.

Первый вариант гибридного синтезатора частот, в котором ЦВС включен в контур обратной связи системы ФАПЧ и выполняет функции делителя с переменным коэффициентом деления (ДПКД) для сигнала генератора рабочего напряжения (ГУН). Использование схем гибридного синтезатора с ЦВС в цепях обратной связи вместе с преимуществами системы ФАПЧ также позволяет обеспечить высокое разрешение по частоте и высокой скорости.

Вторая версия конструкции гибридного синтезатора частот, где ЦВС используется в качестве генератора опорного сигнала для системы ФАПЧ. В ФАПЧ эталонная частота фактически умножается на значение  $K = N / R$ , где  $N$  - это делитель выходной частоты (частота VCO),  $R$  - коэффициент разделения опорной частоты.

В рассмотренных вариантах построения гибридных синтезаторов частот ЦВС фактически выполняет функции делителя частоты с переменным коэффициентом деления, поэтому модель гибридных синтезаторов различных типов может быть представлена в виде обобщенной структурной схемы (Рис.1). Следует отметить, что ЦВС имеют очень высокую скорость, и переходные процессы в них, а также в делителях частоты практически отсутствуют [5], поэтому при построении математической модели гибридного синтезатора инерцией делителей частоты и ЦВС можно пренебречь.

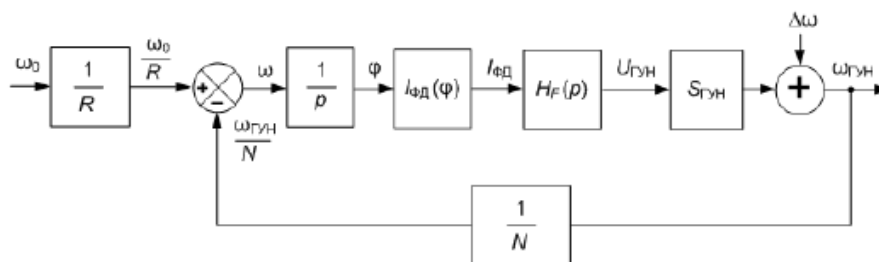


Рис.1. Обобщенная математическая модель гибридных синтезаторов частот

Из-за комбинации ЦВС и ФАПЧ можно пройти достаточно широкий частотный диапазон, в то время как выходная частота ЦВС будет варьироваться в пределах небольшого диапазона.

Таким образом, для синтезатора ЦВС и ФАПЧ, как правило, требуется дополнительный множитель частоты сигнала ОГ для получения требуемой тактовой частоты ЦВС, что может усложнить конструкцию синтезатора частот и увеличить его стоимость [2, 4].

#### Литература

1. Левин В.А., Малиновский В.П., Романов С.К. Синтезаторы частот с системой импульсно-фазовой автоподстройки. - М.: Радио и связь, 1989. - 232 с.
2. Ромашов В.В., Ромашова Л.В., Храмов К.К., Докторов А.Н., Якименко К.А. Моделирование шумовых характеристик гибридных синтезаторов частот // Радиотехнические и телекоммуникационные системы. – 2014. – № 1 (13). – С. 5-20.
3. Ромашов В.В., Ромашова Л.В., Якименко К.В., Коровин А.Н. Моделирование шумовых характеристик гибридных синтезаторов частот на интегральных микросхемах // Радиотехнические и телекоммуникационные системы. – 2013. – № 1 (9). – С. 10-15.
4. Поляков А.Е., Кузменков А.С., Стрыгин Л.В. Синтезаторы частот с ЦВС в тракте обратной связи // Труды Московского физико-технического института. – 2015. – Т. 7, № 1 (25). – С. 119-131.
5. Стешенко В. Школа схемотехнического проектирования устройств обработки сигналов. Занятие 17. Цифровые синтезаторы прямого синтеза частот // Компоненты и технологии. – 2002. – № 7. – С. 130-134.